1970 г.

6 2 8

МРТУ 19 № 183–65

5

2

ДИАФИЛЬМ

По заказу Министерства просвещения РСФСР

ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Диафильм по химии для старших классов

I. МЕТАЛЛЫ В ПРИРОДЕ



Среди известных в настоящее время 104 химических элементов 83 представляют собой металлы. 68 металлов выделено из природного сырья, 15 получено искусственным путём.

Назовите металлы, полученные искусственным путём.



Распространение химических элементов в земной коре

O_2 — 46,5%
Si — 28%
Al — 8%
Fe — 5%
Ca — 3,5%
Na — 3%
K — 2,5%
Mg — 2%
Остальные элементы — 1,5%

Химические элементы распространены в земной коре весьма неравномерно. На долю кислорода и кремния приходится 74,5%, а на долю всех металлов — 24% от массы земной коры.

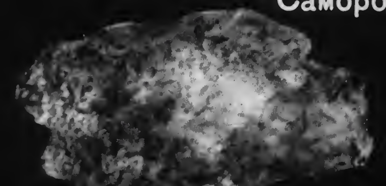
Некоторые металлы встречаются в природе в свободном виде, но гораздо чаще — в виде химических соединений.

Назовите месторождения железных, марганцевых, хромистых, медных, никелевых и полиметаллических руд в СССР.

Гематит

Самородок платины

Самородки золота



Кристалл самородной меди



Металлические руды залегают под землёй на различной глубине тонкими или толстыми слоями. В горных породах они встречаются в виде вкраплин и прожилок.

Общий вид открытых горных работ.

В отделении флотации

Работа флотационной машины

Воздух

Пульпа

Пена

Пульпа

Концентрат

Пустая порода

6

Бедные руды обогащают, освобождая их от пустой породы. С этой целью используют различия в смачиваемости руды и пустой породы. На этих различиях основан метод флотации.

Что смачивается водой: руда или пустая порода?

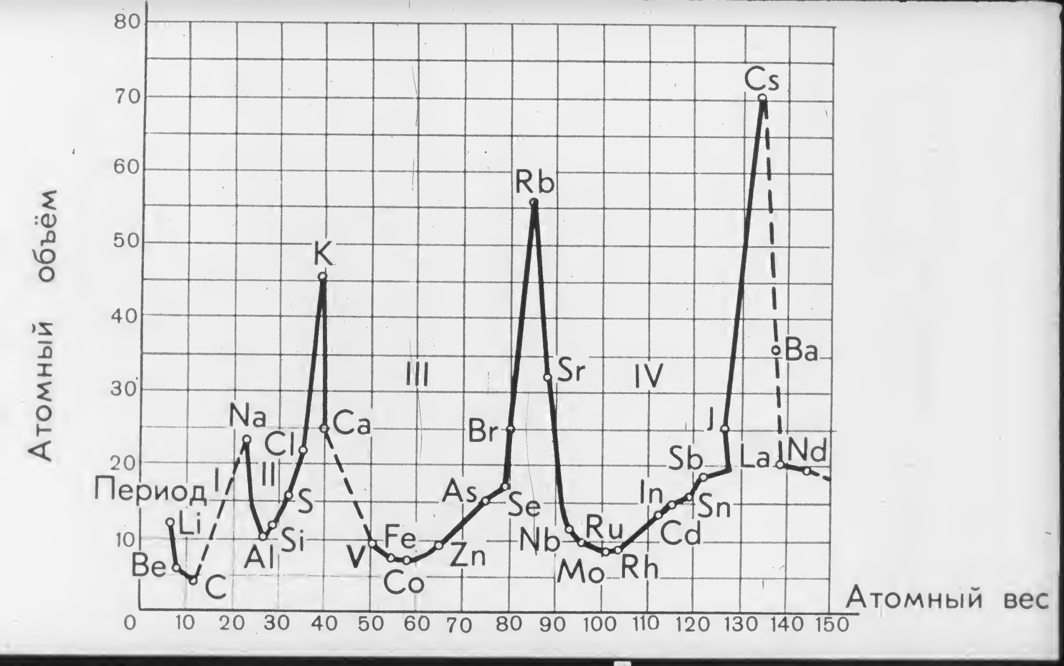
II. ПОЛОЖЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Периоды	IA	IIA
1	1 H 1	
2	3 Li 1 2	4 Be 2 2
3	11 Na 1 8 2	12 Mg 2 8 2
4	19 K 1 8 8 2	20 Ca 2 8 8 2

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
				1 H 1
5 B 3 2	6 C 4 2	7 N 5 2	8 O 6 2	9 F 7 2
13 Al 3 8 2	14 Si 4 8 2	15 P 5 8 2	16 S 6 8 2	17 Cl 7 8 2
31 Ga 3 18 8 2	32 Ge 4 18 8 2	33 As 5 18 8 2	34 Se 6 18 8 2	35 Br 7 18 8 2

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB
Переходные элементы									
21 Sc 2 9 8 2	22 Ti 2 10 8 2	23 V 2 11 8 2	24 Cr 1 13 8 2	25 Mn 2 13 8 2	26 Fe 2 14 8 2	27 Co 2 15 8 2	28 Ni 2 16 8 2	29 Cu 1 18 8 2	30 Zn 2 18 8 2

Проследите, как заполняются электронные оболочки атомов в первом большом периоде развёрнутой (длинной) формы таблицы Менделеева.



Размеры атомов изменяются периодически. Есть ли зависимость между атомными объёмами и относительной твёрдостью у щелочных металлов (Li—0,6% ; Na—0,5; K—0,4; Cs—0,2), а также у элементов середин периодов (Fe—4,0; Co—5,0)?

Кривая атомных объёмов.



У каких металлов отрыв одного электрона от нейтрального атома происходит относительно легко; относительно трудно? Сравните энергии ионизации металлов первой главной и побочной подгрупп.

Плотности простых веществ в твёрдом и жидком состояниях (в г/мл)

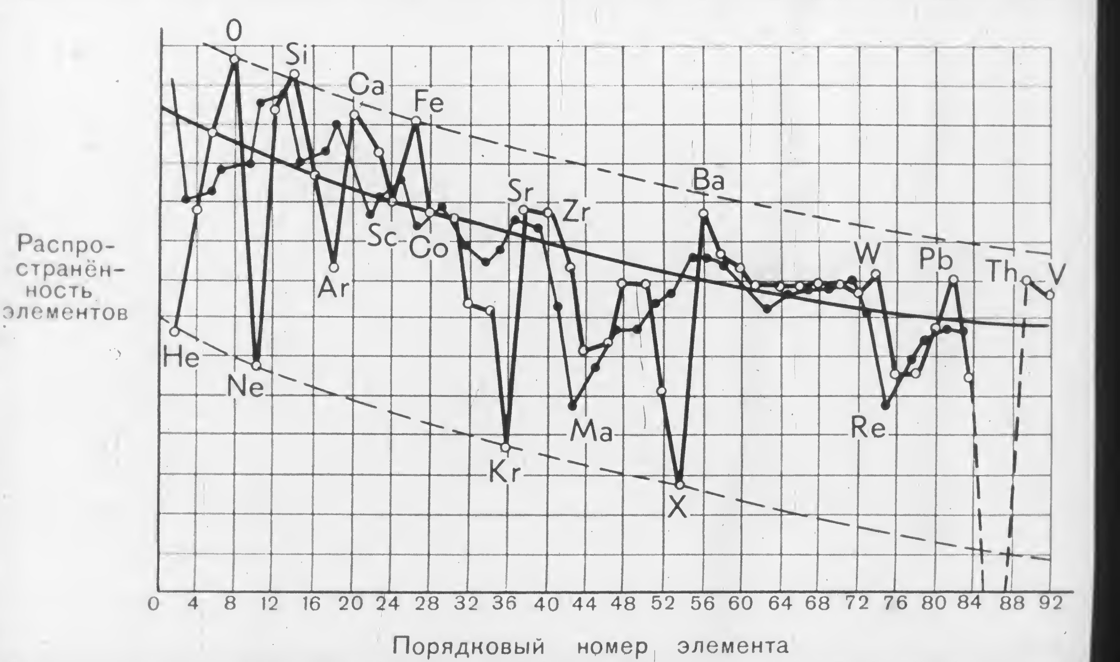
	IA	IIA	VIB	VIIB	IB	IIB
1	H 0,071					
2	Li 0,53	Be 1,8				
3	Na 0,97	Mg 1,74				
4	K 0,86	Ca 1,55	Cr 7,1	Mn 7,2	Cu 8,92	Zn 7,14
5	Rb 1,53	Sr 2,6	Mo 10,2	Tc 11,5	Ad 10,5	Cd 8,6
6	Cs 1,90	Ba 3,5	W 19,3	Re 21,4	Au 19,3	Hg 13,55

На какие металлы приходятся минимумы и максимумы плотностей? Сравните плотности металлов первой и второй главных и побочных подгрупп.



На примере щелочных металлов объясните, почему элемент с большим размером атома имеет более низкую температуру плавления.

Кривая распространения элементов в земной коре (по А. Е. Ферсману)



Какой вывод можно сделать на основании хода кривых в зависимости от величины их порядкового номера?

III. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Кристаллическая структура простых веществ

	IA	IIA	IB	IIB
1				
2	Li	Be		
3	Na	Mg		
4	K	Ca	Cu	Zn
5	Rb	Sr	Ag	Cd
6	Cs	Ba	Au	Hg
7	Fr	Ra		

Условные обозначения:

- Кубическая плотнейшая
- Гексагональная плотнейшая
- Кубическая центрированная

Какие металлы образуют кристаллы одинаковой формы и какие могут образовывать кристаллы разных форм (аллотропные модификации)?

Кубическая плотнейшая

Гексагональная плотнейшая

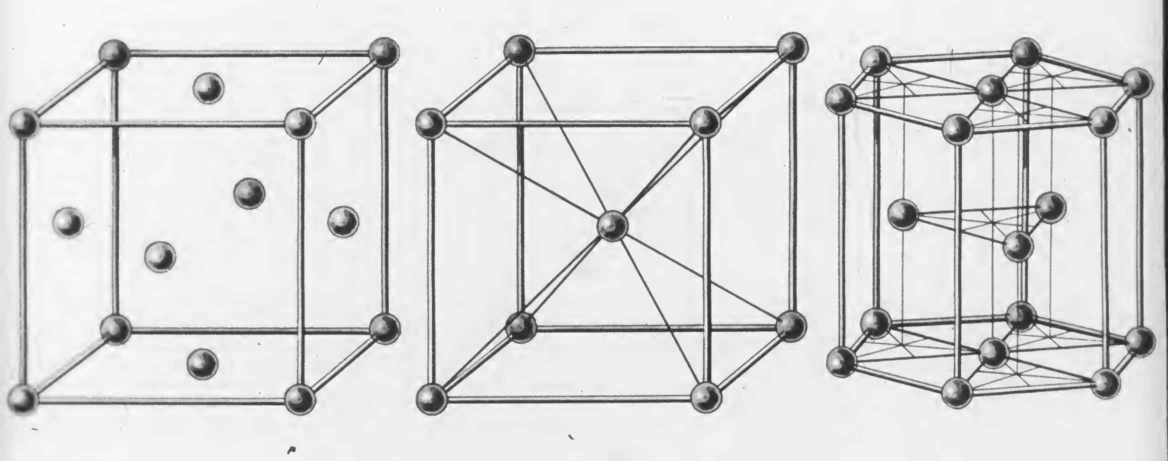
Кубическая центрированная

Пары металлов состоят в большинстве случаев из отдельных атомов. Между ними существуют силы стяжения, благодаря чему атомы образуют плотную упорядоченную структуру – кристаллы.

Схема формирования компактного расположения атомов.

Упаковка шаров.

ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК



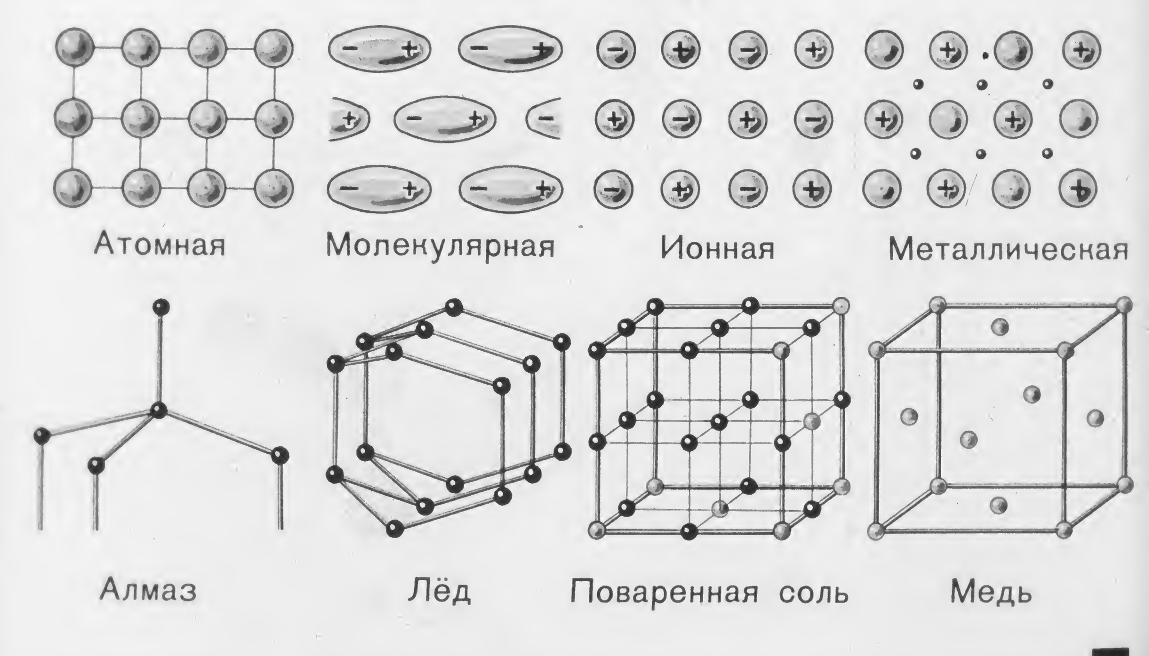
Кубическая плотнейшая

Кубическая центрированная

Гексагональная плотнейшая

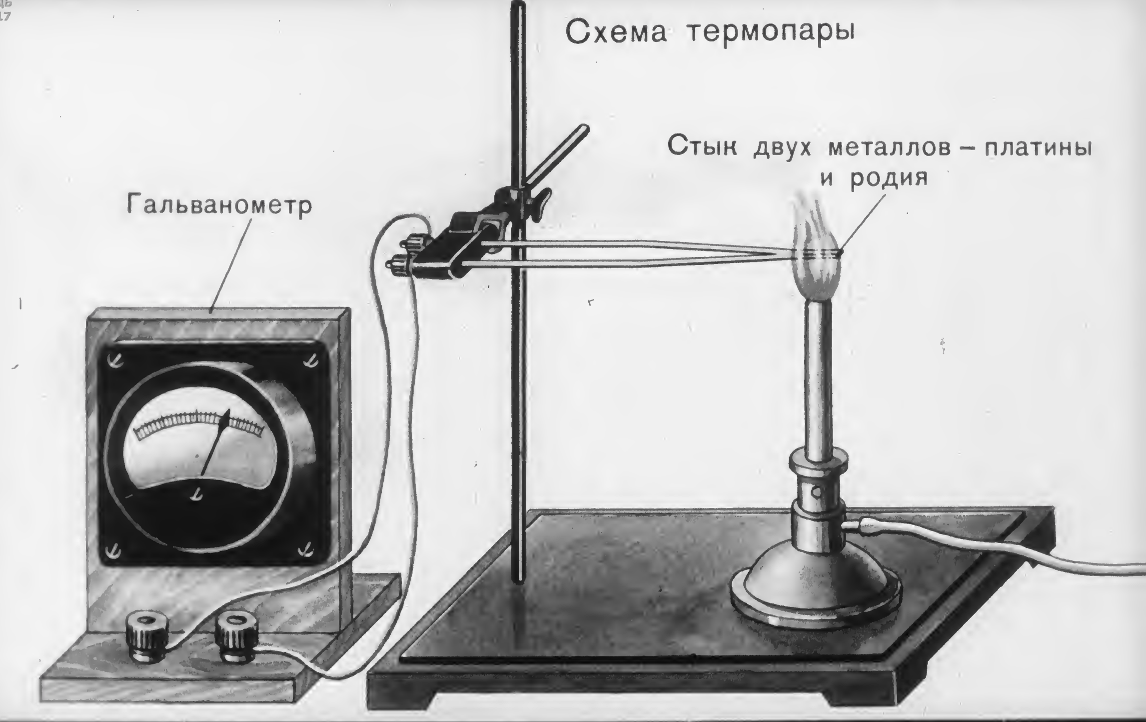
Линии от центров шаров-атомов образуют так называемую пространственную кристаллическую решётку.

Основные структуры твёрдого тела

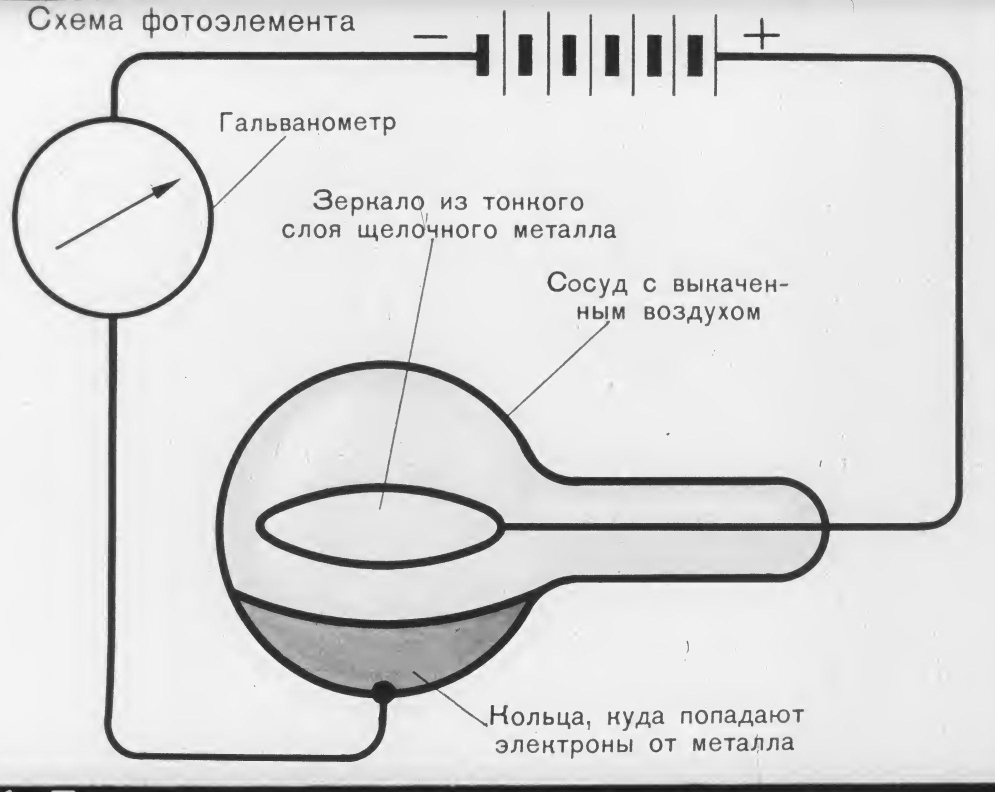


Почему удерживаются атомы меди в кристалле меди?

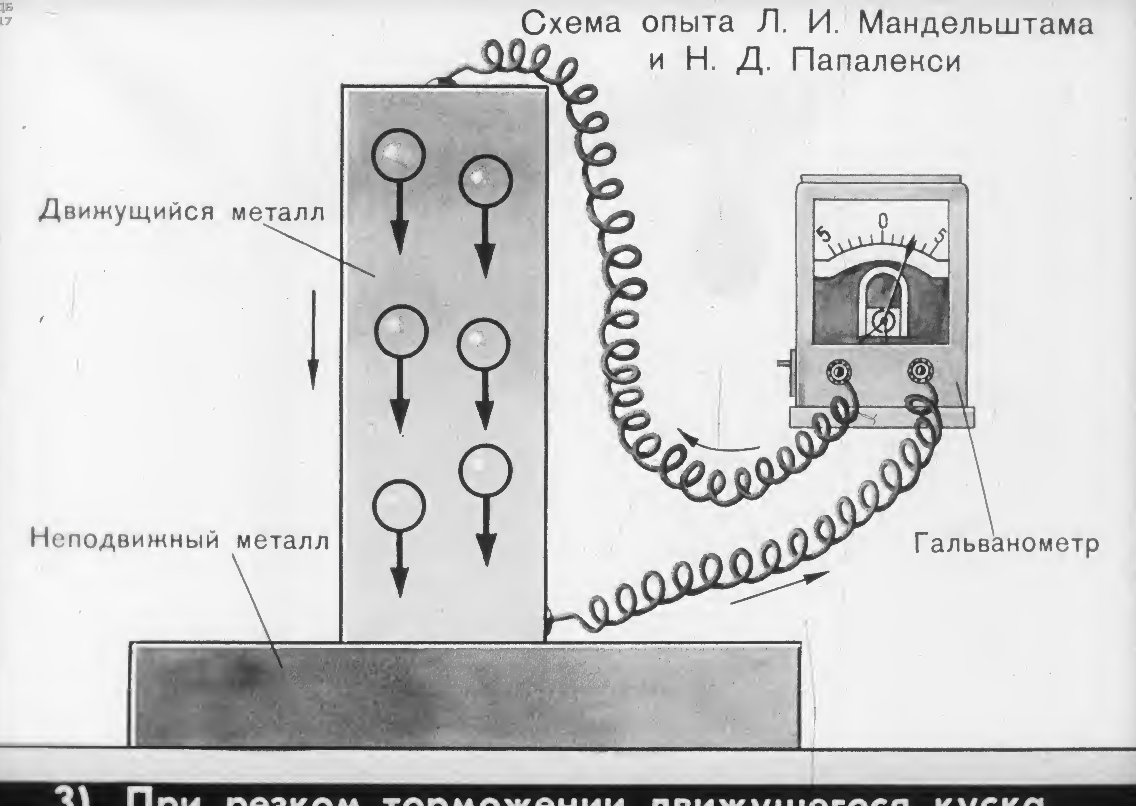

Схемы образования различных типов валентной связи
Na
F ионная
H
F полярная
F
F атомная
Металлическая связь
В металле имеются одновременно и атомы и ионы, образующиеся в результате отделения электронов. Электроны свободно передвигаются по металлическому кристаллу в виде „электронного газа“ и играют роль связующего материала.
17



Почему возникает электрический ток: 1). При нагревании места соприкосновения двух металлов? Где это применяется?



2). При освещении чистой поверхности щелочного металла? Где используется это явление?



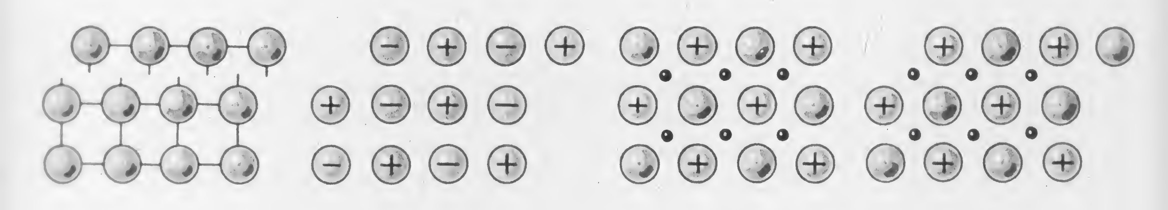
3). При резком торможении движущегося куска металла?



Какими свойствами обладают металлы?

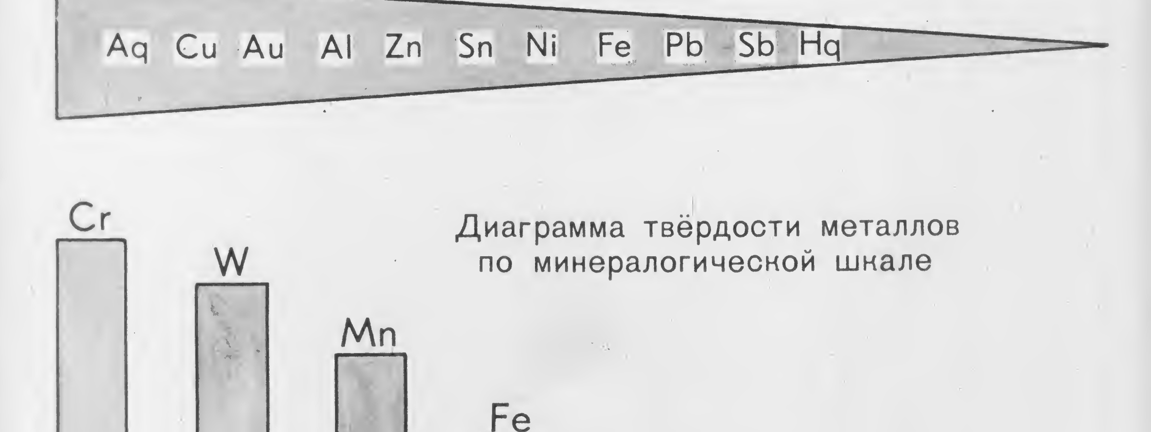
Холодная обработка металлов.

Сдвиг слоёв и пластическая деформация металла



Смещение отдельных слоёв в атомной и ионной пространственных решётках приводит к их разрушению. При деформации же металла валентные связи не разрушаются благодаря свободному перемещению электронов.

Ряд тепло- и электропроводности металлов



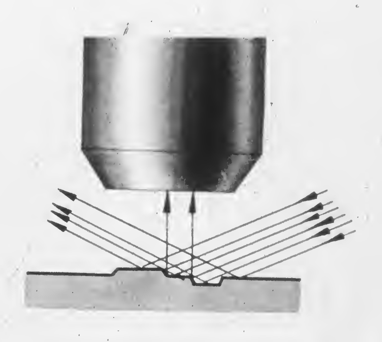
Общие свойства металлов изменяются в весьма широких пределах. Это связано прежде всего с различиями в концентрации свободных электронов.



Кристаллическая природа металлов выступает как множество беспорядочно расположенных кристалликов неправильной формы (зёрен, кристаллитов), тесно сросшихся между собой в единый слиток.

Излом металла и форма зёрен.

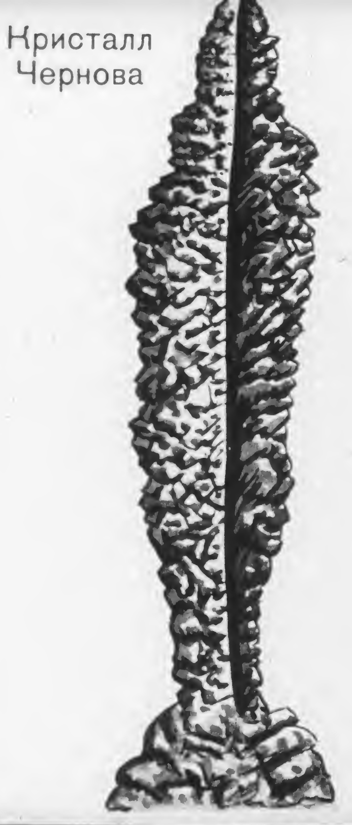
Металломикроскоп





Травленый металлический шлиф

Чтобы обнаружить кристаллиты, шлифованную поверхность металла обрабатывают кислотой. На микрофотографии видны кристаллиты, разделённые границами, которые травятся сильнее.



Установка
для выращивания
крупных кристаллов

Кристалл

В особых условиях могут быть получены крупные кристаллы металлов.



Нитевидный кристалл обладает большой упругостью и прочностью, превышающей прочность обычных металлов примерно в сто раз.

Нитевидные кристаллы железа („усики“).



Для изучения аллотропии металлов строят кривые охлаждения. „Остановки" на кривой охлаждения железа подтверждают наличие аллотропических разновидностей железа, переходящих одна в другую при определённой температуре.

Таблица применения некоторых сплавов

Название сплава	Состав	Применение
Сталь	Fe, C и др.	
Дюралюминий	Al, Cu, Mg, Mn	
Нихром	Ni, Mn, Cr, Fe	
Бабит	Sn, Pb, Zn или Al и др.	

При смешивании расплавленных металлов образуются сплавы. Однако в состав некоторых из них входят и неметаллы. Известно более 8 000 сплавов с большим разнообразием свойств. **Какие сплавы вам ещё известны и где они применяются?**

Температура плавления металлов и сплава

Сплав Вуда		Bi	Pb	Cd	Sn
	Состав	50 %	25%	12,5%	12,5%
	t° плавл.	271°	327°	321°	232°



Расплавление сплава Вуда в горячей воде

Свойства сплавов отличаются от свойств чистых металлов.

Сравните температуры плавления висмута, свинца, кадмия и олова с температурой плавления сплава Вуда.

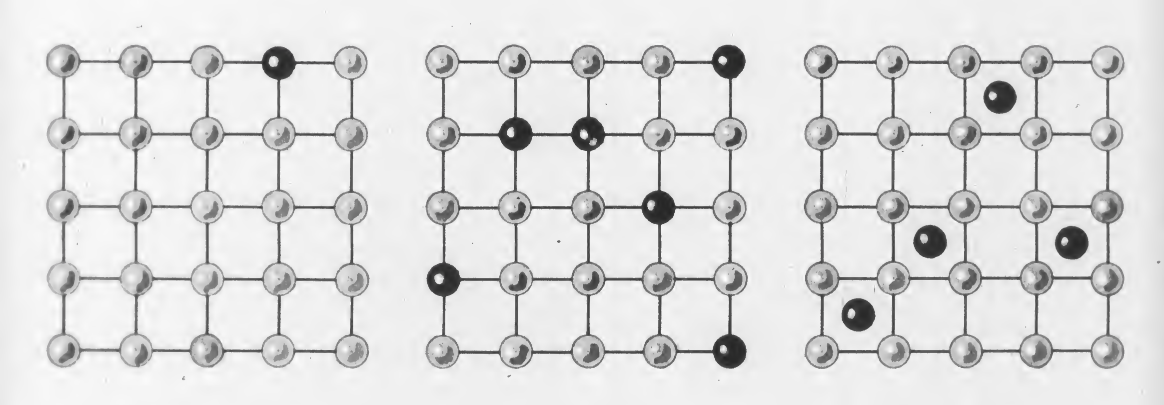
Смешения жидкостей друг с другом и образование сплавов

I. Ацетон + Вода → Раствор	Ag и Cu	Mn и Fe	Ni и Cu
II. Эфир + Вода → Вода в эфире; Эфир в воде	Pb и Sn	Bi и Cd	Ag и Pb
III. Масло + Вода → Масло; Вода	Zn и Pb	Fe и Ag	Fe и Pb
IV. Серная кислота + Вода → Химическое соединение $H_2SO_4\ n\ H_2O$	Al и Cu	K и Hg	Na и Pb

Образование сплава из двух металлов аналогично поведению жидкостей при их смешении.

Укажите расположение в таблице Менделеева элементов, данных в схеме. Обратите внимание, что химические соединения образуют металлы разных групп.

Схемы кристаллического строения

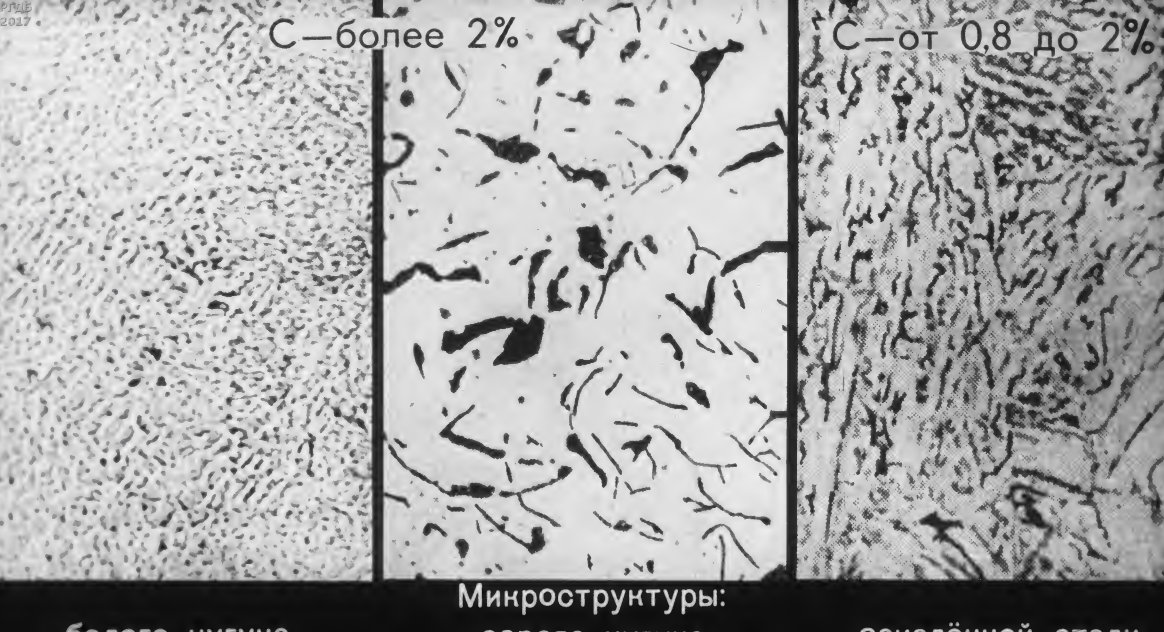


Основного металла

Твёрдого раствора замещения

Твёрдого раствора внедрения

Образование сплава можно изобразить схематически. Часть атомов одного металла замещается в кристаллической решётке атомами другого или в кристаллическую решётку одного металла внедряются атомы другого.



Микроструктуры:

белого чугуна серого чугуна закалённой стали

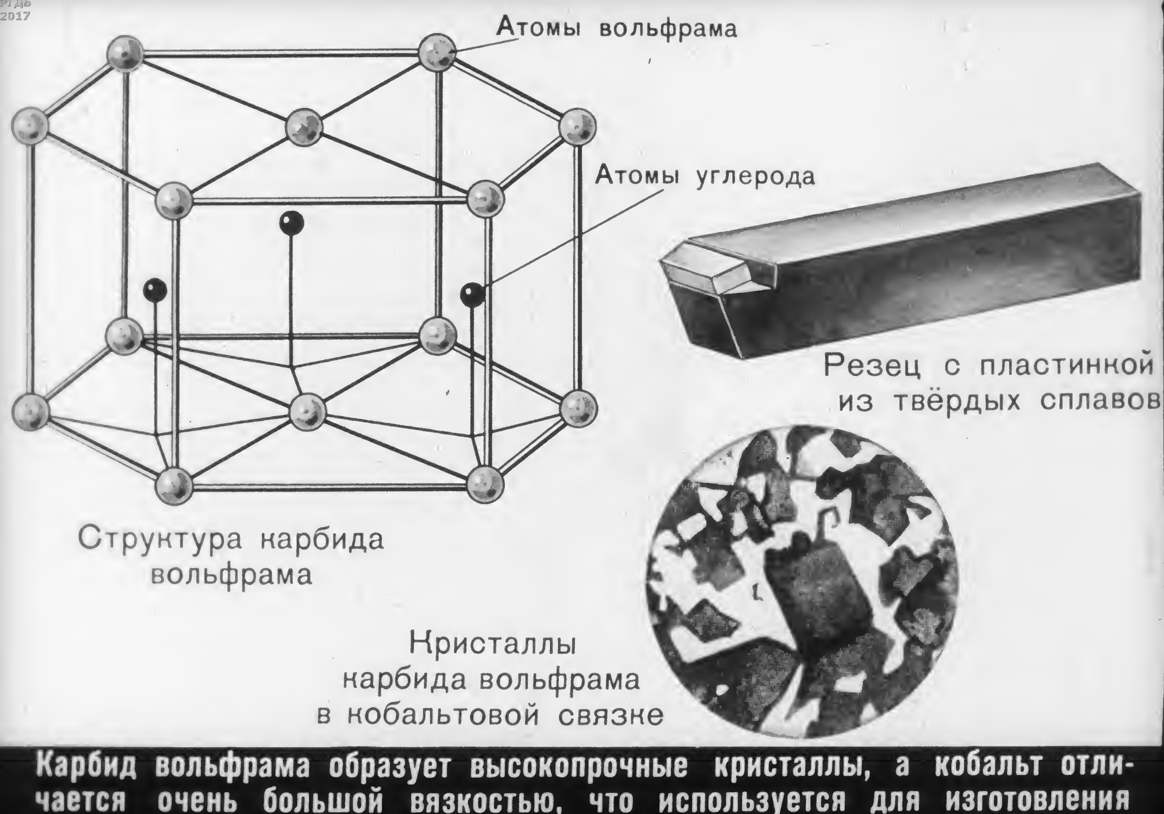
Сплавы железа с углеродом – чугун и сталь – отличаются друг от друга по свойствам вследствие различного содержания в них углерода. Углерод может находиться в виде графита (в сером чугуне), карбида железа (в белом чугуне и сталях) и твёрдого раствора (в сталях), что зависит от термической обработки сплава.



Большой стойкостью и твёрдостью обладают легированные стали.

Что общего в строении электронных оболочек у таких металлов как хром, вольфрам, ванадий, никель, кобальт, молибден, титан, марганец?

Изделия из легированных сталей.



Карбид вольфрама образует высокопрочные кристаллы, а кобальт отличается очень большой вязкостью, что используется для изготовления различных резцов.

IV. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Атомы металлов более или менее легко отдают свои валентные электроны, проявляют только положительную валентность и являются восстановителями.

Свойства металлов отличаются от свойств неметаллов. Это обусловлено наличием в атомах металлов слабо связанных электронов.

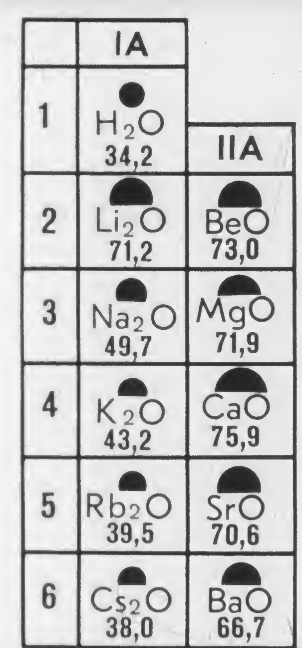


Металлы отличаются от неметаллов по характеру их высших окислов.

Зависимость характера электролитической диссоциации гидроокиси от размеров и величины заряда центрального иона

Учитывая силу электростатического притяжения между противоположно заряженными ионами, объясните диссоциацию гидроокисей по основному, амфотерному и кислотному типу.

Теплоты образования окислов



	IA	IIA	VIB	VIIB	IB	IIB
1	H_2O 34,2					
2	Li_2O 71,2	BeO 73,0				
3	Na_2O 49,7	MgO 71,9				
4	K_2O 43,2	CaO 75,9	CrO_3 23,1	Mn_3O_4 41,4	Cu_2O 19,9	ZnO 41,6
5	Rb_2O 39,5	SrO 70,6	MoO_2 32,5	Tc_2O_7 19,0	Ag_2O 3,66	CdO 30,4
6	Cs_2O 38,0	BaO 66,7	WO_2 34,1			HgO 10,8

Химическую активность металлов характеризует теплота образования их окислов.

Как объяснить, что теплота образования окиси лития Li_2O больше теплоты образования окиси цезия Cs_2O? Какое из этих соединений прочнее?

Ряд напряжений (активности) металлов

K Mg Al Zn Fe Ni Pb [H] Cu Ag Au

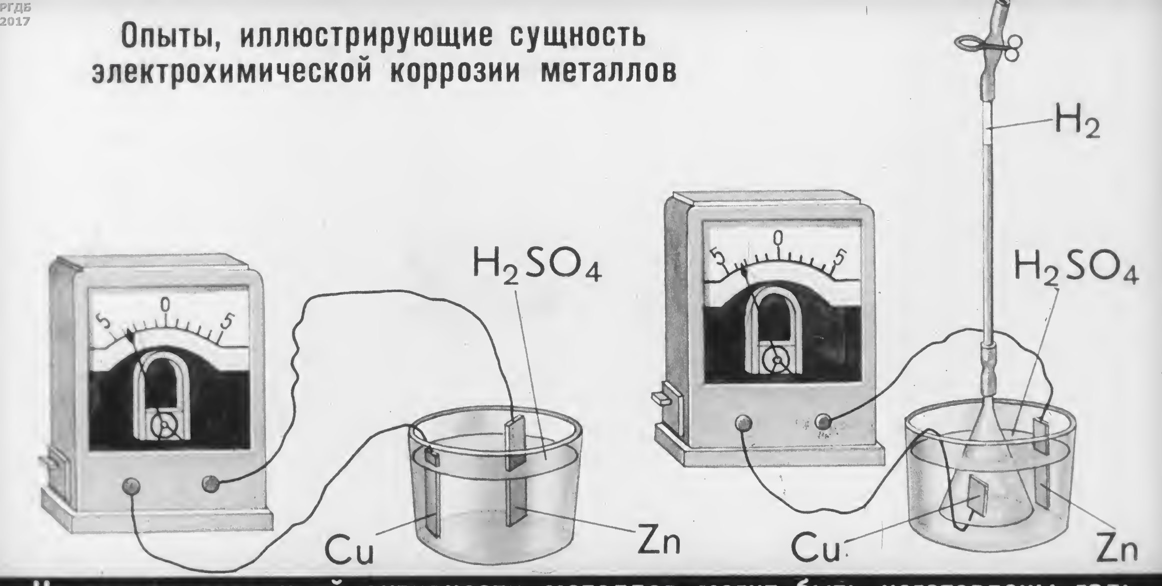
ослабляется →
окисляемость металлов и активность как восстановителей

усиливается →
способность ионов восстанавливаться, их активность как окислителей

По способности вытеснять друг друга из растворов солей металлы располагаются в ряд напряжений (активности).

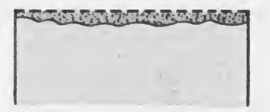
Пойдут ли реакции между медью и раствором хлорной ртути; свинцом и раствором сернокислого цинка? Для чего помещён водород в этом ряду? В чём состоит сущность реакций вытеснения с точки зрения электронной теории валентности?

Опыты, иллюстрирующие сущность электрохимической коррозии металлов

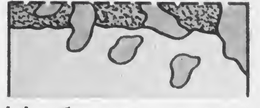


На основе различной активности металлов могут быть изготовлены гальванические элементы.

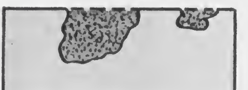
Почему в цепи возникает электрический ток? Как объяснить, что водород выделяется на медной пластинке? Изменится ли количество водорода, если в электролит прибавить замедлитель (ингибитор) коррозии, например, уротропин?



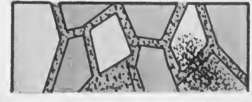
Сплошная коррозия



Избирательная коррозия



Коррозия язвами



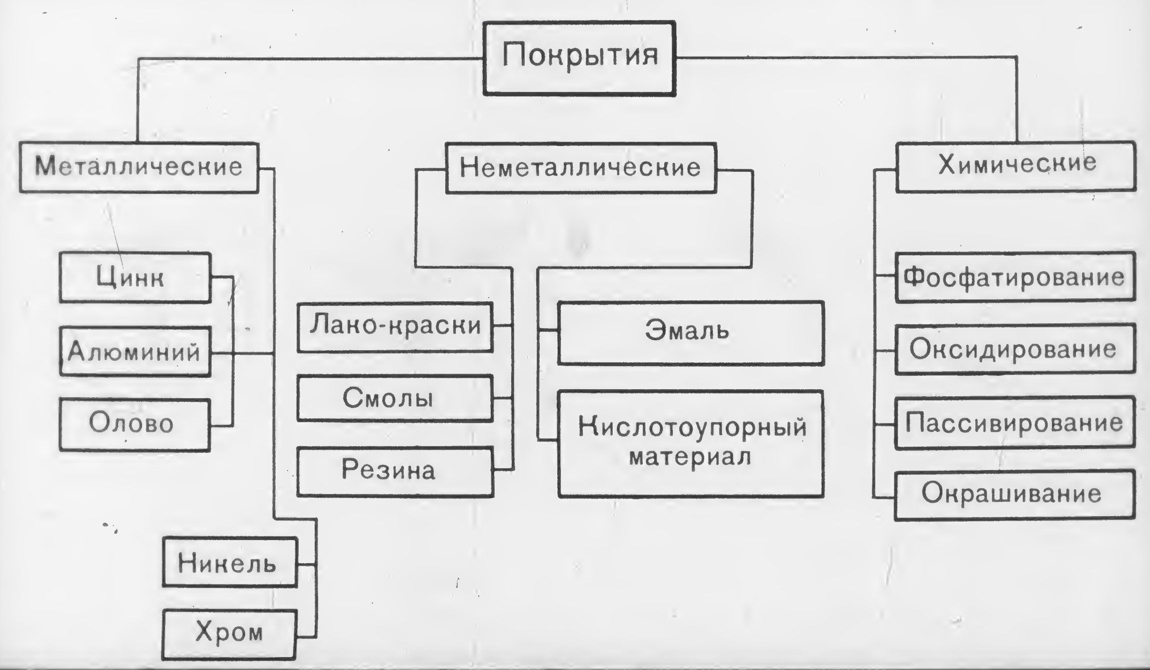
Межкристаллитная коррозия

Межкристаллитная коррозия нержавеющей стали



Прокорродировавший стальной болт

Большой ущерб причиняет народному хозяйству коррозия металлов. Виды коррозионных разрушений.



Самый распространённый способ защиты металлов от коррозии состоит в покрытии металлических изделий веществами, предохраняющими изделия от разрушения.

Виды антикоррозионных покрытий.



В противоположность коррозии как окислительно-восстановительному процессу, протекающему самопроизвольно, получение металлов из руд является восстановительным процессом.

«Дальнейшее быстрое увеличение производства металла и топлива, составляющих фундамент современной промышленности, по-прежнему остаётся одной из важнейших народнохозяйственных задач».

(Из Программы КПСС).



Общий вид металлургического завода.

Конец

Автор кандидат педагогических наук А. А. Грабецкий
Консультант кандидат химических наук Н. Г. Ключников
Редактор Л. Б. Книжникова
Художник-оформитель Г. Г. Рожковский

Д-210-67

Студия „Диафильм", 1967 г.
Москва, Центр, Старосадский пер., д. № 7
Чёрно-белый 0-20